

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-287176

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/02	F			
G 0 9 F 9/30	A	7610-5G		
	3 0 6	7610-5G		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-299720

(22) 出願日 平成6年(1994)12月2日

(31) 優先権主張番号 08/221, 015

(32) 優先日 1994年4月1日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 柴田 和義

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 武内 幸久

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 一平

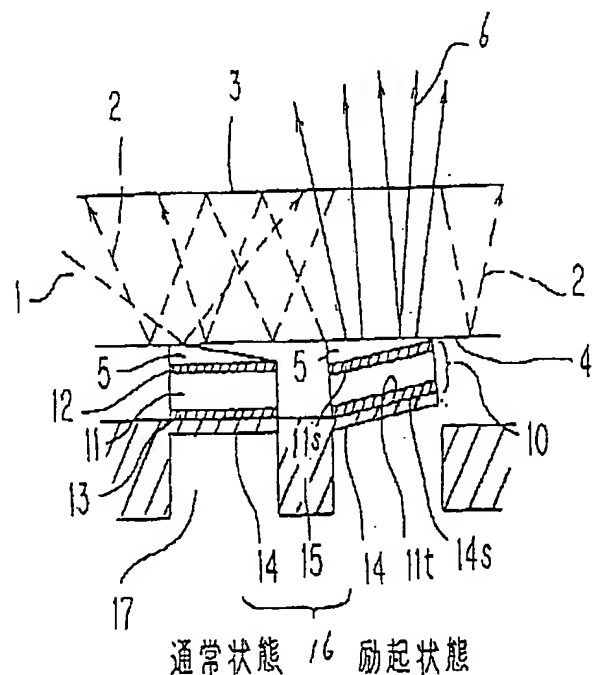
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスプレイ素子及びディスプレイ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【構成】 電極12, 13を通してアクチュエータ部10へ電圧を印加してアクチュエータ部10の静止と変位を行なわせ、変位伝達部5の光導波板1への接触、離隔を制御することにより、光導波板1の所定部位の漏光を制御するディスプレイ素子。セラミックスからなる圧電体層21と電極層22, 23が夫々複数積層されてなる積層圧電体24を有する積層アクチュエータ部20と、積層アクチュエータ部20を固定する固定部25と、積層アクチュエータ部20に接続する変位伝達部5と、変位伝達部5に近接して配置され、光が導入される光導波板1とを有するディスプレイ素子。これらのディスプレイ素子を複数配設して構成されるディスプレイ装置。

【効果】 応答速度が速く、消費電力が小さく、小型化することができ、画面輝度が大きい。カラー画面でも、画素数を白黒画面に比して増加させる必要がない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体膜と、該圧電体膜の両面のそれぞれ少なくとも一部を被覆する少なくとも1対の電極とを有するアクチュエータ部と、

該1対の電極のいずれか一方の電極に接して該アクチュエータ部を支持する振動部と、

該振動部が振動できるように該振動部を固定する固定部と、

該アクチュエータ部に接続する変位伝達部と、

該変位伝達部に近接して配置され、光が導入される光導波板と、を有してなり、

前記電極を通して前記アクチュエータ部へ電圧を印加して前記アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、前記変位伝達部の前記光導波板への接触、離隔を制御することにより、前記光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ素子。

【請求項2】 該振動部及び該固定部が一体となってセラミックスからなる基体を構成し、該基体には、該振動部が肉薄になるように空所が形成されている請求項1記載のディスプレイ素子。

【請求項3】 請求項1又は2記載のディスプレイ素子を複数配設して構成され、

電極を通してアクチュエータ部へ電圧を印加してアクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、変位伝達部の光導波板への接触、離隔を制御することにより、光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項4】 セラミックスからなる圧電体層と電極層が夫々複数積層されてなる積層圧電体を有する積層アクチュエータ部と、

該積層アクチュエータ部を固定する固定部と、

該積層アクチュエータ部に接続する変位伝達部と、

該変位伝達部に近接して配置され、光が導入される光導波板と、を有してなり、

前記電極層を通して前記積層アクチュエータ部へ電圧を印加して前記積層アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、前記変位伝達部の前記光導波板への接触、離隔を制御することにより、前記光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ素子。

【請求項5】 請求項4記載のディスプレイ素子を複数配設して構成され、

電極層を通して積層アクチュエータ部へ電圧を印加して積層アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、変位伝達部の光導波板への接触、離隔を制御することにより、光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項6】 白黒表示とカラー表示とを同数のディスプレイ素子で行なうことを特徴とする請求項3または5記載のディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、消費電力が小さく、画面輝度の大きなディスプレイ素子及びこのディスプレイ素子を用いたディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ディスプレイ装置として、CRT（カソードレイチューブ）、液晶が知られている。CRTとしては、通常のテレビが知られているが、画面は明るいものの、消費電力が大きく、また画面の大きさに比較してディスプレイ装置全体の奥行きが大きくなるという問題がある。

【0003】 一方、液晶はディスプレイが小型化でき、消費電力が小さいという利点があるものの、画面の輝度が劣り、画面視野角度が狭いという問題がある。さらに、これらCRT及び液晶は、カラー画面にする場合、画素数が白黒画面に比べて3倍になり、装置が複雑になり、消費電力がかさみ、コストアップが避けられないという問題もあった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従って、本発明の目的は、従来のディスプレイ装置の問題を解決し、消費電力が小さく、しかも小型化でき、さらに画面輝度の大きなディスプレイ素子及びディスプレイ装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 即ち、本発明によれば、圧電体膜と、該圧電体膜の両面のそれぞれ少なくとも一部を被覆する少なくとも1対の電極とを有するアクチュエータ部と、該1対の電極のいずれか一方の電極に接して該アクチュエータ部を支持する振動部と、該振動部が振動できるように該振動部を固定する固定部と、該アクチュエータ部に接続する変位伝達部と、該変位伝達部に近接して配置され、光が導入される光導波板と、を有してなり、前記電極を通して前記アクチュエータ部へ電圧を印加して前記アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、前記変位伝達部の前記光導波板への接触、離隔を制御することにより、前記光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ素子（発明A）、が提供される。

【0006】 本発明においては、振動部及び固定部が一体となって、セラミックスからなる基体を構成し、基体には、振動部が肉薄になるように空所が形成されていることが好ましい。また、本発明によれば、上記のディスプレイ素子を複数配設して構成され、電極を通してアクチュエータ部へ電圧を印加してアクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、変位伝達部の光導波板への接触、離隔を制御することにより、光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ装置（発明B）、が提供される。

【0007】 更に、本発明によれば、セラミックスか

らなる圧電体層と電極層が夫々複数積層されてなる積層圧電体を有する積層アクチュエータ部と、該積層アクチュエータ部を固定する固定部と、該積層アクチュエータ部に接続する変位伝達部と、該変位伝達部に近接して配置され、光が導入される光導波板と、を有してなり、前記電極層を通して前記積層アクチュエータ部へ電圧を印加して前記積層アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、前記変位伝達部の前記光導波板への接触、離隔を制御することにより、前記光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ素子（発明C）、が提供される。

【0008】 更にまた、本発明によれば、発明Cのディスプレイ素子を複数配設して構成され、電極層を通して積層アクチュエータ部へ電圧を印加して積層アクチュエータ部の静止と変位を行なわせ、変位伝達部の光導波板への接触、離隔を制御することにより、光導波板の所定部位の漏光を制御することを特徴とするディスプレイ装置（発明D）、が提供される。

【0009】

【作用】 本発明の基本原理を図1に基づいて説明する。光導波板1の端部から導入される光2は、光導波板1の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光2が光導波板1の前面3および背面4において透過することなく全反射する。この状態において、光導波板1の背面4に任意の物体（本発明では、変位伝達部）5が光の波長以下の距離で接触すると、それまで全反射していた光2は、光導波板1の背面4の物体5の表面まで透過する。このように、一旦物体5の表面に到達した光2は、物体5の表面で反射して散乱光6として、再度光導波板1の中に侵入するが、散乱光6の一部は再度光導波板1の中で全反射するが、散乱光6の大部分は反射することなく、光導波板1の前面3を透過することになる。

【0010】 以上のことから明らかなように、光導波板1の背面4にある物体5の接触の有無により、光導波板1の前面3における光2の発光（漏光）の有無を制御することができる。ここで、上記した発光の有無、即ち、オン・オフを行なう単位を画素と考えれば、この画素を縦横に複数配設し、画素のオン・オフを制御することにより、従来のCRT、液晶と同様に、任意の文字、図形等を表示することができる。

【0011】 次に、本発明をカラー画面に適用する場合について説明する。人間の色の認識は、視覚神経に残存する三原色の混合によって行なわれると考えられている。そうすると、同時に三原色の混合を行なう現行のカラー表示と同様な作用、効果が、人間の視覚中において達成される。本発明における発色の基本原理は以下の通りである。発色の基本は、色の三原色であるR（赤）、G（緑）、B（青）の混合方式で規定される。

【0012】 ここで、発色させる周期をTとして、RGBの最大発光時間を3分割することを考える。図2に

示すように、RGBの発光時間の比率が1:1:1であれば、白色光となり、図3に示すように、RGBの発光時間の比率が4:1:5であれば、その比率に対応した色になる。従って、発色させる時間の制御は、図1を参照すれば、光導波板1と変位伝達部5との接触時間を発色させる周期に同期させて、三原色の発光時間を制御してもよいし、三原色の発光時間を発色させる周期に同期させて、光導波板1と変位伝達部5との接触時間を制御することもできる。従って、本発明においては、カラー画面にする場合であっても、画素数を白黒画面の場合に比して増加させる必要がないという利点がある。

【0013】

【実施例】 以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限られるものではない。図1は本発明に係るディスプレイ素子（発明A）の一実施例を示す概要図で、左側の素子が通常状態、右側の素子が励起状態を示している。図1において、アクチュエータ部10は、セラミックスからなる圧電体膜11と、この圧電体膜11の各々の面を被覆する1対の電極12、13とから構成されている。また、アクチュエータ部10の下部には、振動部14及び固定部15からなる基体16が配設され、アクチュエータ部10の下部電極13は振動部14と接触して、振動部14により該アクチュエータ部10が直接支持されている。

【0014】 基体16は振動部14及び固定部15が一体となってセラミックスから構成されることが好ましく、さらに基体16には、振動部14が肉薄になるように凹部17が形成されていることが好ましい。ここで、固定部15は、振動部14の外周を囲むように位置する。なお、振動部14と固定部15とは一体である必要はなく、例えば、金属である固定部15が、セラミックスである別個の振動部14を固定していてもよい。固定部15が金属の場合、固定部15に接続する振動部14の表面をメタライズし、そのメタライズ層を固定部15にろうづけする。固定部15は、ステンレス鋼、鉄等の金属を用いてもよい。また、固定部15は、振動部14の外周を囲むように位置するが、振動部14の全周に互って固定部15に保持されている必要はなく、振動部14の少なくとも一部にて固定部15に保持されていればよい。図1では、振動部14の一部にて固定部15に保持されている。

【0015】 アクチュエータ部10の上部電極12には、光導波板1との接触面積を所定に大きくするため変位伝達部5が接続されており、図1の例では、その変位伝達部5は、アクチュエータ部10が静止している通常状態において、光導波板1に近接して配置され、励起状態において光導波板1に光の波長以下の距離で接触するように配置されている。図1では、変位伝達部5が断面三角形の部材からなる場合を示している。

【0016】 図4は本発明に係るディスプレイ素子の

他の実施例を示すもので、変位伝達部 5 が板部材 5 a と球状部材 5 b からなる場合を示している。更に、図 5 は本発明に係るディスプレイ素子の更に他の実施例を示すもので、変位伝達部 5 が板部材 5 a と球状部材 5 b からなることは図 4の例と同様であるが、さらにアクチュエータ部 10 と基体 16 との位置関係を、図 1、図 4と逆にした場合を示している。なお図 5の場合にあっては、固定部 15 が振動部 14 に必ずしも接着されている必要は無く、単に接触した状態にあっても構わない。また、図 8に示す実施例は図 4の実施例と同一の位置関係を示すものであるが、アクチュエータ部 10 の変位方向を図 4の実施例と逆方向にしたものである。

【0017】 更に、図 9は本発明に係るディスプレイ素子のさらに別の実施例を示すもので、圧電体膜 11 と電極 12、13 からなるアクチュエータ部 10 が、一つのディスプレイ素子において複数の部分から成り、しかも振動部 14 が薄板部 30 とその間に厚板部 31 を配した構成からなる例を示している。このような構成とすることで、薄板部 30 の大きさを効果的に小さくすることができ、好ましい。また、図 1、図 4及び図 5の場合には、変位伝達部 5 は、アクチュエータ部 10 が静止している通常状態において、光導波板 1 に近接して配置され、励起状態において光導波板 1 に光の波長以下の距離で接触するように配置されている例を示すものであるが、その逆に、図 8、図 9に示されるように、アクチュエータ部 10 が静止している状態では、変位伝達部 5 が光導波板 1 に光の波長以下の距離で接触し、励起状態においては、変位伝達部 5 が光導波板 1 に近接して配置（離隔）されるように構成することも勿論可能である。なお、これら変位伝達部 5 の光導波板 1 への接触、離隔は、圧電体の分極方向と駆動電界の方向によって適宜制御することが可能である。

【0018】 図 6は、本発明に係るディスプレイ素子（発明 C）の積層アクチュエータ部の一例を示すもので、積層アクチュエータ部 20 は、セラミックスからなる圧電体層 21 と電極層 22、23 が夫々複数積層されてなる積層圧電体 24 とから構成されている。ここで、電極層は、陽極として機能しそれぞれ複数の層が連結している形態の陽極電極 22 と、陰極として機能しそれぞれ複数の層が連結している形態の陰極電極 23 とからなっている。陽極電極 22 と陰極電極 23 を形成する夫々の複数層は、交互に同一の極性となるように接続する。

【0019】 上記のように構成される積層圧電体 24 は、変位の方向が積層方向に対して平行な場合と直角な場合とがあり、図 6の場合、積層方向は Y 方向ということになる。変位方向が Y 方向の場合、積層圧電体 24 の形状は積層面の大きさに比較して Y 方向に大きくする必要がある。変位量は各圧電体層 21 の厚み方向での変位量の合計となり、発生力も積層数の合計となる。一方、変位方向が X 方向の場合、積層圧電体 24 の形状は積層

面の大きさに比較して Y 方向が小さくなるようにする必要がある。換言すると、X 方向に長くする必要がある。変位量は各圧電体層 21 の変位量そのものとなり、積層数が発生力に比例する。

【0020】 なお、図 6、図 7に示すように、Y 方向の変位を利用して圧電体層 21 の分極方向と駆動電界の方向を同一にする場合には、変位伝達部 5 が通常状態で光導波板 1 から離れた状態とする。一方、圧電体層 21 の分極方向と駆動電界の方向を逆にする場合には、変位伝達部 5 が通常状態で光導波板 1 に接触した状態にすることが必要である。換言すれば、励起状態では、変位伝達部 5 が光導波板 1 から離隔した状態になることが必要であって、励起状態が発光していない状態となる。図 6に示す発明 C に係るディスプレイ素子（発明 C）の積層アクチュエータ部 20 は、発明 A のような振動部は必要なく、固定部 25 により支持される。

【0021】 次に、ディスプレイ素子を構成する各部を説明する。アクチュエータ部 10 が励起すると、即ち、上下電極 12、13 に、図示しないリード部を通じて電圧印加が行なわれると、圧電体膜 11 がその厚さ方向に屈曲変位が発現し、それに連動して振動部 14 が上下方向、即ち、光導波板 1 及び凹部 17 の方向に振動する。振動に好適な形状のため、振動部 14 は、板形状であることが好ましく、この場合、板の厚さは、1~100 μm であることが好ましく、3~50 μm が更に好ましく、5~20 μm が更に好ましい。

【0022】 振動部 14 は、高耐熱性材料であることが好ましい。アクチュエータ部 10 を有機接着剤等の耐熱性に劣る材料を介することなく、直接振動部 14 が支持する際、少なくとも圧電体膜 11 の形成時に振動部 14 が変質しないようにするため、振動部 14 は、高耐熱性材料であることが好ましい。また、振動部 14 は、これに直接支持されるアクチュエータ部 10 の上下電極 12、13 及びこれらに接続されるリード、リード端子等が振動部 14 の表面に形成される際には、上下電極 12、13 の電気的な分離をするために、振動部 14 は電気絶縁材料であることが好ましい。従って、振動部 14 は高耐熱性の金属或いはその金属表面をガラス等のセラミックスで被覆したホーロー等の材料であってもよいが、セラミックスが最適である。

【0023】 振動部 14 を構成するセラミックスとしては、例えば、安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、ガラス等を用いることができる。安定化された酸化ジルコニウムは、振動部が薄くても機械強度が高いこと、靱性が高いこと、圧電体膜及び電極と化学反応性が小さいこと等のため、特に好ましい。安定化された酸化ジルコニウムとは、安定化酸化ジルコニウム及び部分安定化酸化ジルコニウムを包含する。安定化された酸化ジルコニウムでは、立方晶等の結晶構造をと

るので、相転移を起こさない。一方、酸化ジルコニウムは、1000℃前後で、単斜晶と正方晶とで相転移し、この相転移のときクラックが発生する場合がある。安定化された酸化ジルコニウムは、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム又は希土類金属の酸化物等の安定化剤を、1~30モル%含有する。振動部の機械強度を高めるため、安定化剤が、酸化イットリウムを含有することが好ましい。このとき、酸化イットリウムは、好ましくは1.5~6モル%含有し、更に好ましくは2~4モル%含有する。更に、結晶相は、立方晶+単斜晶の混合相、正方晶+単斜晶の混合相、立方晶+正方晶+単斜晶の混合相などであってもよいが、中でも主たる結晶相が、正方晶、または正方晶+立方晶の混合相としたものが、強度、靱性、耐久性の観点から最も好ましい。

【0024】 振動部14を構成するセラミックスが、0.5~5重量%の酸化珪素を含有することが好ましく、1~3重量%の酸化珪素を含有することが更に好ましい。これは、アクチュエータ部10を熱処理して形成するとき、酸化珪素が、振動部14とアクチュエータ部10との過剰な反応を避けて、良好なアクチュエータ特性を得ることができる。また、振動部14がセラミックスからなるとき、多数の結晶粒が振動部を構成するが、振動部の機械強度を高めるため、結晶粒の平均粒径は、0.05~2 μ mであることが好ましく、0.1~1 μ mであることが更に好ましい。

【0025】 固定部15は、振動部14が振動できるように、振動部14の少なくとも一部を固定する。図1の実施態様では、固定部15は、セラミックスからなることが好ましいが、振動部14の材料と同一のセラミックスでもよいし、異なってもよい。固定部15を構成するセラミックスとしては、振動部14の材料と同様に、例えば、安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、ガラス等を用いることができる。

【0026】 凹部17の形状は特に制限されない。凹部17の水平断面又は垂直断面の形状は、例えば、円形、楕円形、若しくは、正方形及び長方形を含む多角形、又は、これらの形状を組み合わせた複合形状であってもよい。しかし、多角形等の形状のとき、コーナーが丸みを帯びるように縁どりされていることが好ましい。

【0027】 アクチュエータ部10は、圧電体膜11と、この圧電体膜11の一つの表面11sの少なくとも一部を被覆する上部電極12と、圧電体膜11の他の表面11tの少なくとも一部を被覆する下部電極13とから構成される。下部電極13は、振動部14の表面14sの少なくとも一部を被覆する。圧電体膜11は、上部電極12、下部電極13へ電圧を印加することにより屈曲変位を発生するものであり、この場合、圧電体膜11

は、その厚さ方向に屈曲変位が発現するものであることが好ましい。圧電体膜11が屈曲変位することにより、振動部14と共に変位伝達部5が圧電体膜11の膜厚さの方向に振動し、変位伝達部5が光導波板1に接触する。

【0028】 圧電体膜11の厚さは、5~100 μ mであることが好ましく、5~50 μ mが更に好ましく、5~30 μ mが更になお好ましい。圧電体膜11には、好適には圧電性セラミックスを用いることができるが、電歪セラミックス又は強誘電体セラミックスであってもよく、更には、分極処理が必要な材料であっても必要がない材料であってもよい。更にまた、セラミックスに限定されず、P(VDF) (ポリフッ化ビニリデン) に代表される高分子からなる圧電体ないしはこれら高分子とセラミックスの複合体であっても良い。圧電体膜11に用いるセラミックスは、例えば、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、アンチモンズズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム、マグネシウムタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらの何れかの組み合わせを含有するセラミックスが挙げられる。これらの化合物が50重量%以上を占める主成分であってもよいことはいうまでもない。また、ジルコン酸鉛を含有するセラミックスは、好ましく用いられる。上記セラミックスに、更に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、若しくはこれらの何れかの組み合わせ、又は他の化合物を、適宜、添加したセラミックスを用いてもよい。例えば、マグネシウムニオブ酸鉛と、ジルコン酸鉛と、チタン酸鉛とからなる成分を主成分とし、更にランタンやストロンチウムを含有するセラミックスを用いることが好ましい。

【0029】 圧電体膜11は、緻密であっても、多孔質であってもよく、多孔質のとき、気孔率は40%以下であることが好ましい。尚、上記発明Cのディスプレイ素子及び発明Dのディスプレイ装置において積層アクチュエータ部20の一部を構成する圧電体層21も、上記圧電体膜11と同様の材質、特性を有するものである。

【0030】 上下電極12、13は、用途に応じて適宜な厚さとするが、0.1~50 μ mの厚さであることが好ましい。上部電極12は、室温で固体であって、導電性の金属で構成されていることが好ましい。例えば、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等を含有する金属単体又は合金が挙げられる。これらの元素が任意の組み合わせで含有していてもよいことはいうまでもない。

【0031】 下部電極13は、白金、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、イリジウム、チタン、クロム、モ

リブデン、タンタル、タングステン、ニッケル、コバルト等の高融点の金属を含有する単体又は合金からなることが好ましい。また、これらの高融点金属が任意の組み合わせで含有していてもよいことはいうまでもない。また、白金、ロジウム、パラジウム等の白金族金属が含有することが好ましく、白金、ロジウム、パラジウム等の白金族金属、又はこれらの白金族金属を含有する、銀-白金、白金-パラジウム等の合金を主成分とする電極材料が好適に用いられる。下部電極13は、圧電体膜11の熱処理の時に高温に晒される場合があるので、高温酸化雰囲気能耐えられる金属であることが好ましい。また、これらの高融点金属と、アルミナ、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、ガラス等とを含有するサーメットであってもよい。

【0032】 なお、上記発明Cのディスプレイ素子及び発明Dのディスプレイ装置において、積層アクチュエータ部20の一部を構成する電極層22、23は、上記した上部電極12あるいは下部電極13と同一の材料とすればよいが、圧電体層21の焼成と同時に、あるいは同程度の温度で熱処理される。また、固定部25は上記した固定部15と同一の材料で構成されても良く、積層アクチュエータ部20の一部分とすることが好ましい。

【0033】 アクチュエータ部10の上部電極12または振動部14、あるいは積層アクチュエータ部20に接続される変位伝達部5は、アクチュエータ部10または積層アクチュエータ部20の変位に対応して、光導波板1の背面4へ接触するものである。変位伝達部5が光導波板1の背面4に接触すると、光導波板1内で全反射していた光2が、光導波板1の背面4を透過して変位伝達部5の表面まで透過し、変位伝達部5の表面で反射する。このように、変位伝達部5は光導波板1の背面4を透過した光2を反射するため、さらには光導波板1との接触面積を所定以上に大きくするために設けられるものである。即ち、変位伝達部5と光導波板1との接触面積により、発光面積が規定される。なおここで、接触とは、変位伝達部5と光導波板1とが光の波長以下の距離に位置することを意味する。

【0034】 変位伝達部5は、アクチュエータ部10の変位を直接光導波板1に伝達する程度の硬度のものが望ましい。従って、上記の特性を満足するため、変位伝達部5の材質としては、ゴム、有機樹脂、ガラス等が好ましいものとして挙げられるが、電極層そのものあるいは圧電体ないしは上記したセラミックス等の材質であっても何等かまわらない。また変位伝達部5は、その光導波板1と接触する部分(面)の平坦度が、アクチュエータ部10の変位量に比較して十分に小さくすることが好ましく、具体的には、 $1\mu\text{m}$ 以下、更に好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $0.1\mu\text{m}$ 以下である。但し、変位伝達部5の光導波板1と接触する部分(面)の平坦度は、変位伝達部5が光導波板1に接触した状態で

の隙間を減ずるために重要であって、接触した状態で接触部分が変形するものであれば上記平坦度に必ずしも限定されるものではない。

【0035】 また図10に示されるように、アクチュエータ部10あるいは変位伝達部5(図10では、上部電極12が変位伝達部を兼用する。)と光導波板1との間には、透光性の液体32を介在させ、当該透光性液体32が光導波板1の一部を形成するように構成することも可能である。この場合、透光性液体32は、アクチュエータ部10と光導波板1または変位伝達部5と光導波板1との隙間を効果的に減ずるため、光のオン・オフ制御が容易になる。ここで、透光性液体32としては、例えば、低蒸気圧の有機溶剤、油などを挙げることができ、また、透光性液体32の蒸発を防止するために、アクチュエータ部10を光導波板1との間で気密に封止する構造を採用することが好ましい。また、流動性を有する透光性液体32をアクチュエータ部10の上に保持させるに当たっては、例えば、アクチュエータ部10の上側外周部に適宜高さの壁を設けるなどの従来周知の技術を適用することができるが、変位伝達部5の凹凸面あるいは多孔部を利用し、これに含浸された状態で透光性液体32を保持することもできる。これらは透光性液体32の表面張力によって保持されるものである。

【0036】 本発明の光導波板1は、その内部に導入された光が前面3および背面4において光導波板1の外部に透過せず全反射するような屈折率を有するものであることが必要である。このような特性を具備するものであれば、特にその材質は制限されないが、具体的には、例えばガラス、石英、透光性プラスチック、透光性セラミックスなど、あるいは異なる屈折率を有する材料の複数層構造体、また表面にコーティング層を設けたものなどが一般的なものとして挙げられる。

【0037】 本発明では、上記で説明したディスプレイ素子を所定数適宜に配設すれば、ディスプレイ素子のオン・オフを制御することにより、従来のCRT、液晶と同様に、任意の文字、図形等を表示することができるディスプレイ装置を提供できるものであるが、必ずしもディスプレイ素子は複数である必要は無く、1個のみで良いことは言うまでもない。

【0038】 次に、本発明のディスプレイ素子の製造方法を説明する。基体16は、グリーンシート又はグリーンテープである成形層を、熱圧着等で積層して、次いで、焼結することによって一体化できる。例えば、図1の基体16では、2層のグリーンシート又はグリーンテープを積層するが、その第二層に、凹部17となる所定形状の貫通孔を積層前に予め設けておけばよい。また、成型型を用いる加圧成形、鋳込み成形、射出成形等によって、成形層を作成し、切削、研削加工、レーザー加工、プレス加工による打ち抜き等の機械加工により、凹部等を設けてもよい。

【0039】 振動部14上に、アクチュエータ部10を形成する。金型を用いたプレス成形法又はスラリー原料を用いたテープ成形法等によって圧電体を成形し、この焼結前の圧電体を、焼結前の基板における振動部14に熱圧着で積層し、同時に焼結して、基板と圧電体膜を形成する方法がある。この場合には電極12、13は後述する膜形成法により、圧電体に予め形成しておく必要がある。圧電体膜11の焼結温度は、これを構成する材料によって適宜定められるが、一般には、800℃～1400℃であり、好ましくは、1000℃～1400℃である。この場合、圧電体膜11の組成を制御するために、圧電体膜材料の蒸発源の存在下に焼結することが好ましい。

【0040】 一方、膜形成法では、振動部14に、下部電極13、圧電体膜11、及び上部電極12をこの順序に積層して、アクチュエータ部10を形成する。公知の膜形成法、例えば、スクリーン印刷のごとき厚膜法、ディッピング等の塗布法、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、化学蒸着法(CVD)、メッキ等の薄膜法等が適宜用いられるが、これらに何等限定されるものではない。下部電極13、図示しないリードおよび端子パッドは、スクリーン印刷によって、同時に印刷塗布することができる。また、圧電体膜11は、好ましくは、スクリーン印刷等の厚膜形成方法によって形成する。これらの手法は、圧電体膜の材料からなるセラミック粒子を主成分とするペーストやスラリーを用いて、基板上に膜形成することができ、良好な圧電体特性が得られる。また、このように圧電体膜を膜形成法によって形成すると、接着剤を用いることなく、アクチュエータ部10と振動部14とを一体的に接合することができるため、信頼性、再現性に優れ、更に、集積化し易いことから、特に好ましい。また、そのような膜の形状は、適当なパターンを形成してもよい。スクリーン印刷法、フォトリソグラフィ法等によって、パターン形成してもよく、また、レーザー加工法、スライシング、超音波加工等の機械加工法を用い、不必要な部分を除去してパターン形成してもよい。中でもスクリーン印刷法が工業的観点から最も好ましい。

【0041】 また、作製される圧電体膜、上部電極及び下部電極の形状は、何等限定されるものではなく、用途に応じて如何なる形状を採用してもよい。例えば、三角形、四角形等の多角形、円、楕円、円環等の曲線形状、櫛形状、格子状又はこれらを組み合わせた特殊形状であってもよい。そして、このようにして基板状に形成されたそれぞれの膜(11、12、13)は、各膜の形成の都度、熱処理して、基板と一体構造となるようにしてもよく、又は、これらの膜を形成した後、これらの膜を同時に熱処理して、各膜が基板に一体的に接合せしめてもよい。なお、薄膜法により上部電極又は下部電極を形成する場合には、これらの電極を一体化するために

は、必ずしも熱処理を必要としない。

【0042】 変位伝達部5に前記した材料を利用する場合にあつては、アクチュエータ部10と変位伝達部5との接続は、接着剤を使って前記した材料の変位伝達部材を積層するか、前記材料の溶液ないしスラリーをコーティングする等の方法によりアクチュエータ部10の上部に形成することにより行なえば良い。その後、変位伝達部5を概ねアクチュエータ部10の形状と同一になるように切断させることは必ずしも必要ではないが、アクチュエータ部10の変位を効率良くするには、変位伝達部5の層を切断するか、あるいは切り欠きを設けることが好ましい。変位伝達部5と光導波板1との組立後の所定距離は、アクチュエータ部10の変位量に比較して小さくする必要があるのはいうまでもないが、アクチュエータ部10の存在しない部分に所定の大きさの隙間形成部材を設けて、固定部15と光導波板1とを緊密に固定することが好ましい。

【0043】 なお、図6に示す積層アクチュエータ部20についても、アクチュエータ部10と同様に製造することができ、積層アクチュエータ部20と変位伝達部5との接続、および積層アクチュエータ部20の固定部25による支持も上記した発明A、Bと同様に行なうことができる。

【0044】 積層アクチュエータ部20の場合は、固定部25を積層アクチュエータ部20の一部とすることが好適であるため、固定部25が必ずしも必要でないことから、圧電体層21の片面に電極層を形成したものを所定層数積層して積層体を焼成し、その後に積層体の厚みの所定部分を切断することにより複数の積層アクチュエータ部20とすることが最も好ましい。また、焼成中には存在しない基板の上に圧電体層21と電極層22、23とを交互に所定層数積層した後、基板から積層体を剥離し、次いで積層体を焼成しても良い。さらにまた、切断は焼成前に行なっても良い。本発明における画素の大きさは0.3mm角～3mm角相当とすることが望ましく、大画素の場合には比較的大画面表示に適することになる。また、本発明のディスプレイ装置においては、N(縦)×M(横)の複数のディスプレイ素子を配置する場合、必ずしも全素子を一体に取り扱う必要はなく、 $(N/a) \times (M/b)$ 単位の部分に分割したものととして、 $a \times b$ の部分を配置する構成としても良い。

【0045】 以上、本発明を幾つかの実施例に基づいて、具体的に説明してきたが、本発明は、上記実施例に何等限定されて解釈されるべきものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加えうるものである。

【0046】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明によれば、圧電体膜、圧電体層の圧電効果による変位を利用し

で発光を制御しているため、応答速度が速く、消費電力が小さく、小型化することができ、しかも画面輝度が高いディスプレイ素子及びディスプレイ装置を提供することができる。また、カラー画面の場合でも、画素数を白黒画面に比して増加させる必要がない。また光スイッチなどの他の用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係るディスプレイ素子（発明 A）の一実施例を示す概要図。

【図 2】 RGB の発光時間の比率の一例を示す説明図。

【図 3】 RGB の発光時間の比率の他の例を示す説明図。

【図 4】 本発明に係るディスプレイ素子の他の実施例を示す概要図。

【図 5】 本発明に係るディスプレイ素子の更に他の実施例を示す概要図。

【図 6】 本発明に係るディスプレイ素子（発明 C）の積層アクチュエータ部の一例を示す概要図。

【図 7】 発明 C の積層アクチュエータ部の通常状態と励起状態を示す概要図。

【図 8】 本発明に係るディスプレイ素子の更に他の実施例を示す概要図。

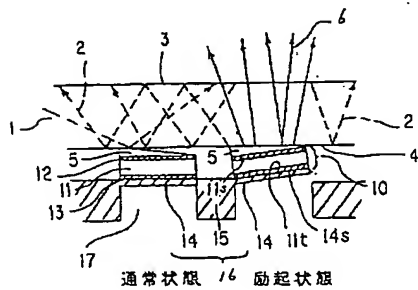
【図 9】 本発明に係るディスプレイ素子の更に他の実施例を示す概要図。

【図 10】 本発明に係るディスプレイ素子の更に他の実施例を示す概要図。

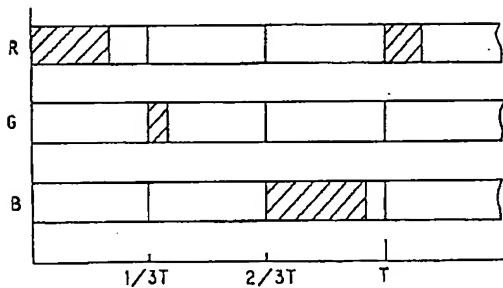
【符号の説明】

1・・・光導波板 2・・・光、3・・・光導波板の前面、4・・・光導波板の背面、5・・・変位伝達部（任意の物体）、6・・・散乱光、10・・・アクチュエータ部、11・・・圧電体膜、12・・・上部電極、13・・・下部電極、14・・・振動部、15・・・固定部、16・・・基体、17・・・凹部、20・・・積層アクチュエータ部、21・・・圧電体層、22、23・・・電極層、24・・・積層圧電体、25・・・固定部、30・・・薄板部、31・・・厚板部、32・・・透光性液体。

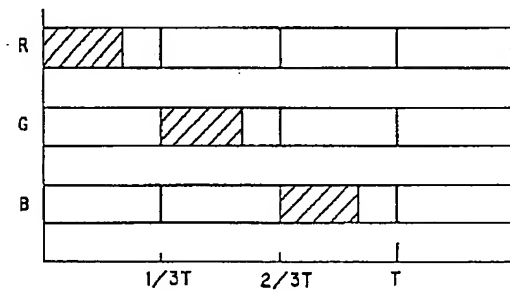
【図 1】



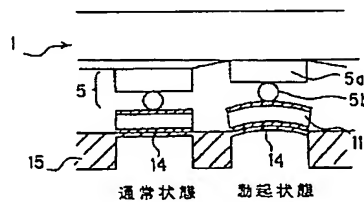
【図 3】



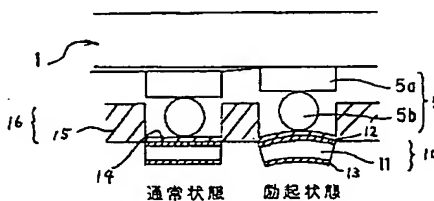
【図 2】



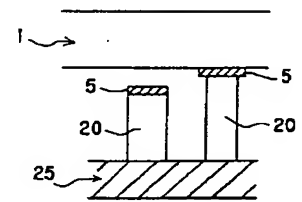
【図 4】



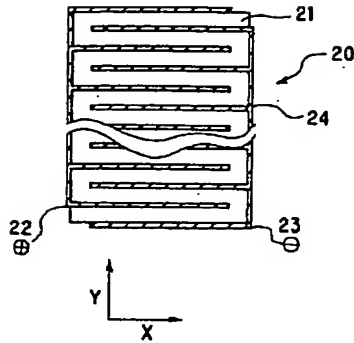
【図 5】



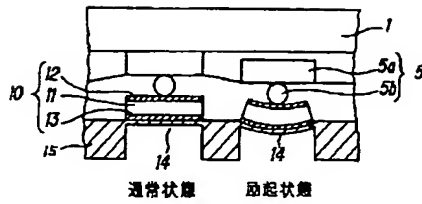
【図 7】



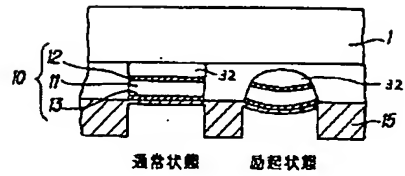
【図6】



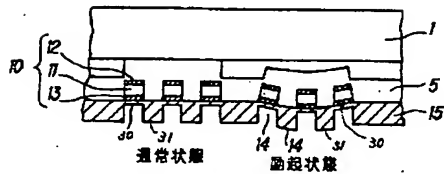
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ヒュウ フローバツハ

アメリカ合衆国、94025 カリフォルニア
州、メンロ パーク 404-69、ラヴ
エンズウッド アヴェニュー 333、エ
スアールアイ インターナショナル内

(72)発明者 エリック ジェー. シュレイダー

アメリカ合衆国、94025 カリフォルニア
州、メンロ パーク 404-69、ラヴ
エンズウッド アヴェニュー 333、エ
スアールアイ インターナショナル内

(72)発明者 ロナルド イー. ペルリン

アメリカ合衆国、94025 カリフォルニア
州、メンロ パーク 404-69、ラヴ
エンズウッド アヴェニュー 333、エ
スアールアイ インターナショナル内